

2012 대한산업공학회 추계 학술대회

수요와 공급 불확실성을 고려한 Robust Supply Chain 설계

김윤철 이영해
한양대학교 산업경영공학과

Designing a Robust Supply Chain Considering Demand and Supply Uncertainties

Yun Chul Kim, Young Hae Lee
Dept. of Industrial and Management Engineering, Hanyang University

목차

1. 연구배경
2. Uncertainty
3. 기존연구
4. 문제설정
5. 결론 및 향후 연구

연구배경

- 공급사슬에 존재하는 다양한 불확실성을 관리하는 것은 매우 중요.
- 고객은 공급사슬 상에서 공급 및 수요 불확실성에 직면.
 - 공급 불확실성은 공급사슬 상의 공급업자가 주문에 대해 기일이나 수량을 지키지 못하여 생기는 불확실성.
 - 수요 불확실성은 고객 수요의 변동으로 인해 생기는 불확실성.
- 공급사슬의 수요와 공급 불확실성은 생산을 저해하고, 재고비용을 증가시키며 고객의 불만을 높임으로써 제품판매량 감소, 기업의 수익 저하로 이어짐.
- 수요와 공급 불확실성은 모두 고객의 불만을 이끌어냄에도 불구하고, 기존 연구는 수요 불확실성을 고려한 공급사슬 이익 최적화에 치우침.
- 수요와 공급 불확실성을 함께 고려한 공급사슬 설계에 대한 연구가 미흡.

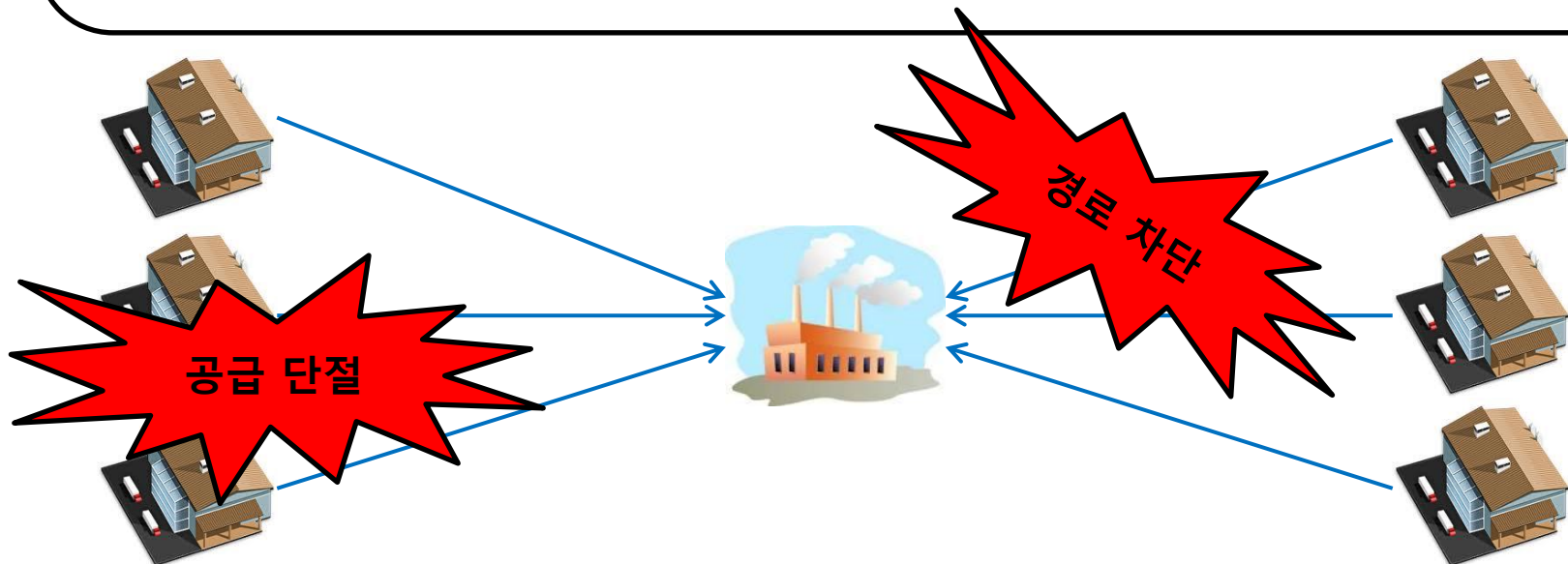
연구배경

- 오늘날 공급사슬은 복잡하게 진화하였고, 시장의 규모가 커짐에 따라 다양하고 높은 수준의 불확실성으로부터 위협받고 있음.
- Robust supply chain은 불확실한 상황으로 인한 공급사슬의 위험에서 주어진 수준의 성과를 발휘할 수 있는 공급사슬의 능력 (Bundschuh et al. 2006).
- 공급사슬 내·외부에 존재하는 다양한 불확실성으로부터 기업의 이익을 최대화하기 위해 Robustness를 최적화 한 공급사슬 설계가 필요.
- Expected Disruption Cost(EDC)는 공급사슬의 Robustness를 평가하는 하나의 지표로 공급의 단절로 인해 고객의 수요에 대응하지 못함으로써 생기는 비용적 손실을 의미.

Uncertainty

Supplier's uncertainty

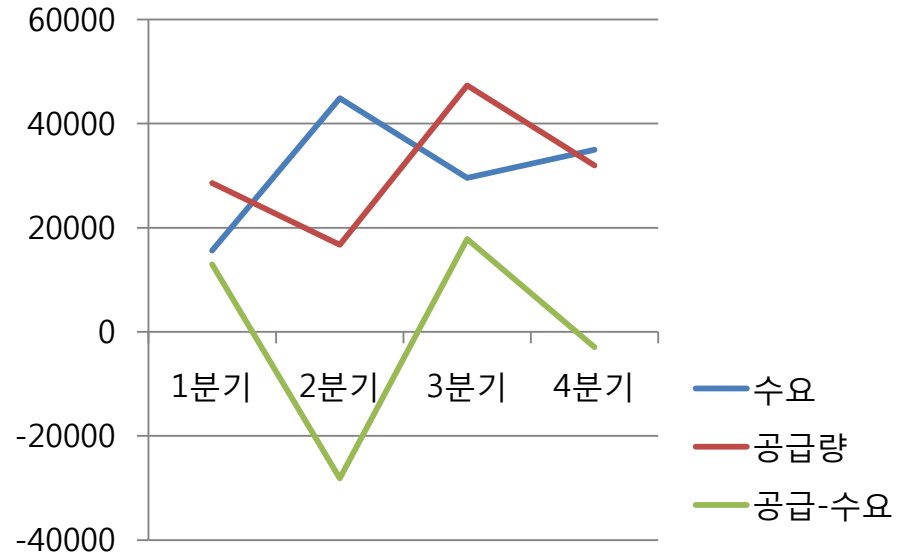
- 공급사슬에는 다양한 불확실성이 존재한다.
- 공급 불확실성은 공급자 환경의 변화로 인해 납기일 지연, 주문량 미충족 등의 공급단절 상황을 일으킬 수 있다.
- 공급자의 불확실성으로 인한 공급단절 상황은 고객의 수요에 적절한 대응이 불가능하여 고객의 불만 증가 및 판매량 감소, 잠재적 고객 이탈 등의 악영향을 불러올 수 있다.
- 나아가 공급 단절 상황은 공급 사슬 내부의 총 비용을 증대시키는 주요 원인이 되며 공급사슬 구성원 간의 결속력을 약화시켜 탄탄한 공급사슬 설계를 저해하는 주요한 요소로 작용하게 된다.



Uncertainty

Demand uncertainty

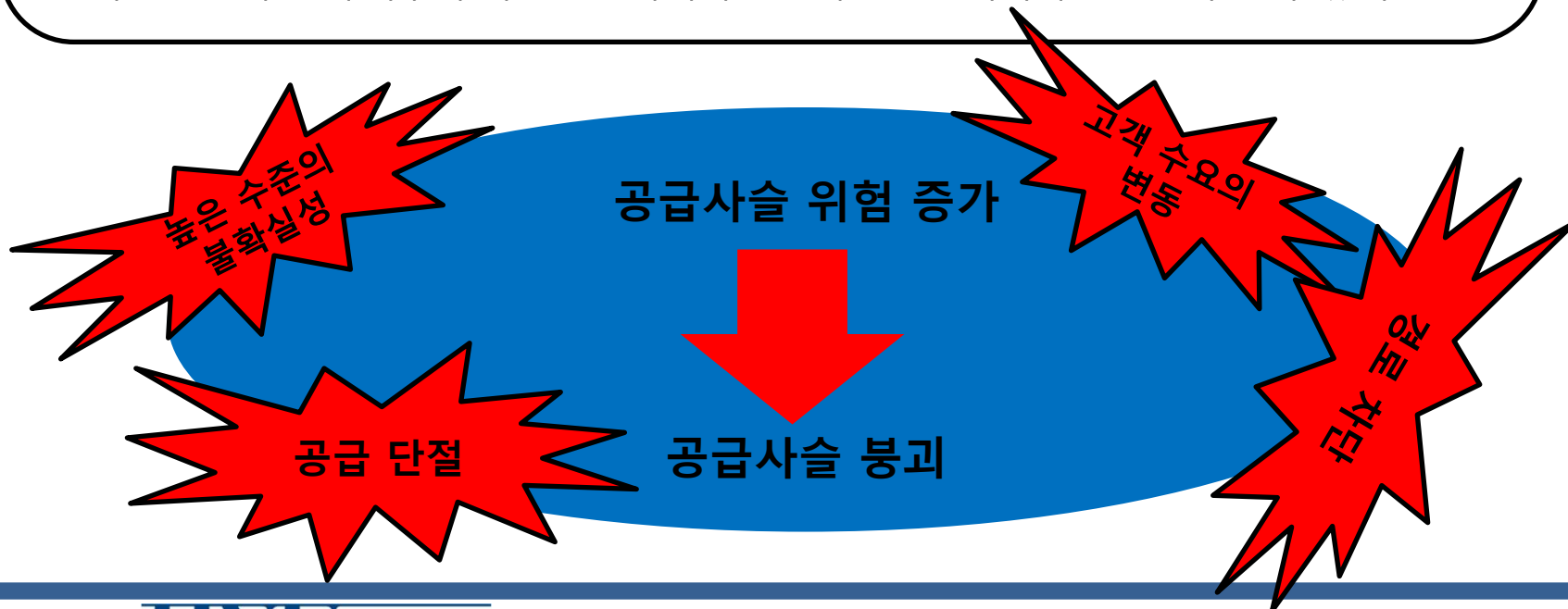
- 고객의 수요는 공급사슬 내·외부의 다양한 불확실성으로 인해 일정치 않고 다양한 형태의 수요변화를 갖게 된다.
- 고객수요의 변동은 수요예측의 오차를 증대시키고, 이로 인한 공급사슬내의 생산, 원자재 주문, 재고 등에 영향을 미치게 된다.
- 고객수요의 변동으로 인해 소매점은 과다한 재고비용의 지출 및 재고부족으로 인한 판매 부족 등의 악영향을 미칠 수 있으며 나아가 공급사슬 전체의 이익을 저해하게 된다.



Uncertainty

Robust Supply Chain의 필요성

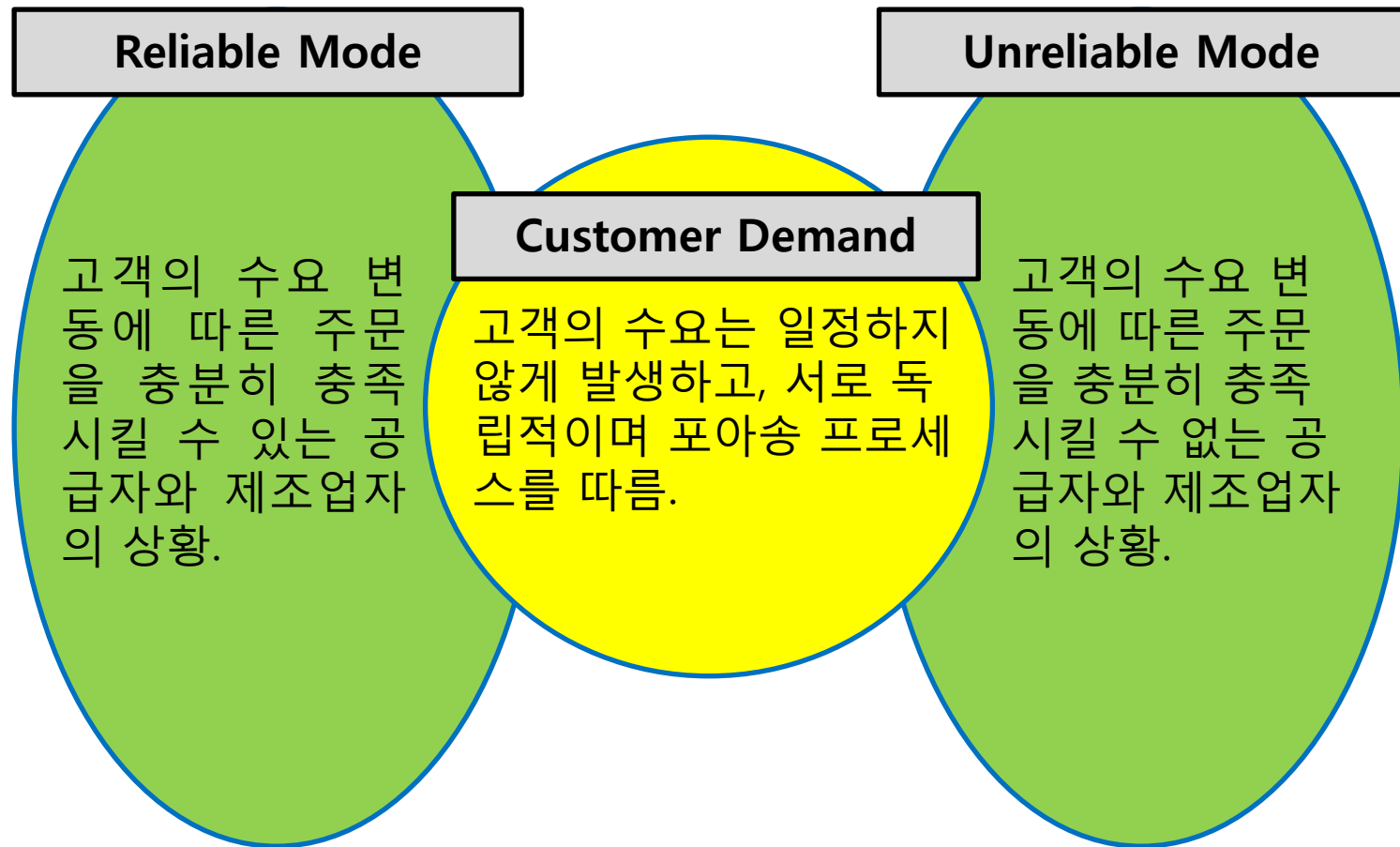
- 오늘날 공급사슬은 복잡하게 진화하였고, 시장의 규모가 커짐에 따라 다양하고 높은 수준의 불확실성으로부터 위협받고 있다.
- 고객은 더욱 높은 수준의 품질과 서비스를 원하고, 고객의 요구를 수용하기 위한 공급사슬의 발전이 필요하다.
- 일반적으로 고객의 요구를 수용하기 위한 의사결정은 높은 수준의 위험을 수반하고, 이는 수요 변동을 증대시키는 요인으로 작용한다.
- 공급사슬이 탄탄하게 설계되어 있지 않다면 공급사슬 구성원의 피해는 더욱 커질 것이고, 이는 공급사슬 내·외부의 위험을 증가시켜 공급사슬을 붕괴시키는 원인이 될 수 있다.



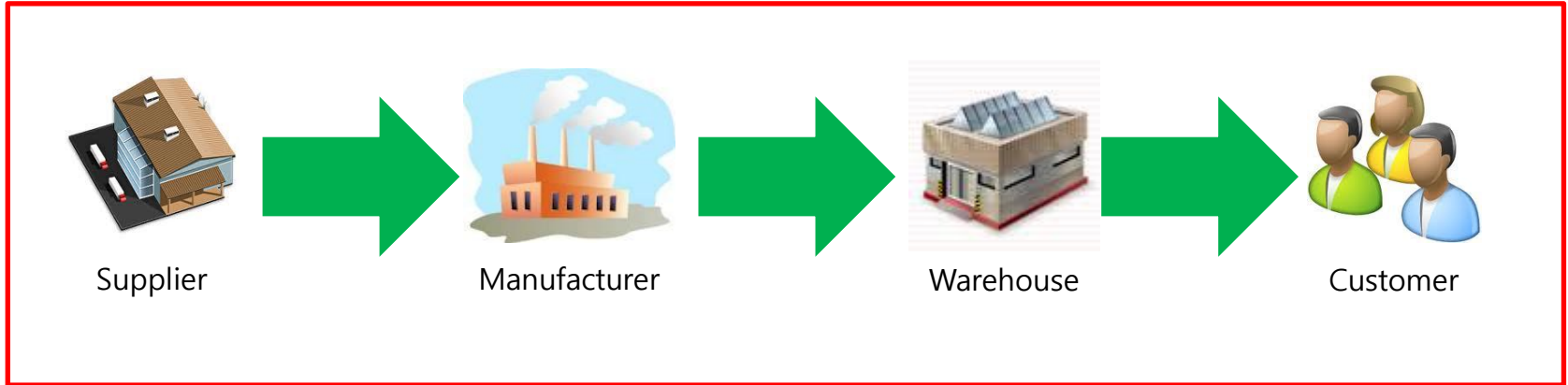
기존연구

- 공급사슬 상에서 공급-수요 불확실성의 상호작용을 고려한 비용 최소화 공급사슬 설계 연구. (P. Kouvelis et al. 2002)
- 공급사슬 운영비용과 판매손실비용을 최소화하는 공급사슬 입지선정 모형에 관한 연구. (Snyder and Daskin, 2005)
- 공급사슬에서 수요불확실성을 고려한 총비용 최소화 Robust Supply Chain Conceptual Model 및 6가지의 Robustness 평가지표 제시. (Mo and Harrison, 2005)
- Efficiency와 Robustness간의 trade-off 상황에서 공급단절 위험을 저하 및 수익성 증가 모형에 대한 연구. (A. Shukla et al. 2011)

문제 설정



문제 설정



Problem Assumption

- 고객 수요의 발생은 서로 독립적이고, 포아송 프로세스를 따른다. (Daskin et al. 2002, Shen et al. 2003, Ozsen, 2004)
- 공급자(Supplier)는 언제나 안정적인 상황에 있지 않는다. 안정적인 상황의 의미는 고객 혹은 제조업자의 주문량을 충분히 충족시키고 공급할 수 있는 상황이고, 불안정적인 상태는 제조업자 및 고객의 주문량을 충분히 충족시킬 수 없는 상황을 말한다.
- 공급 불확실성에 따른 공급자의 안정적 상태와 불안정한 상태의 지속기간은 독립적이고, 지수분포를 따른다. (Aryanezhad et al. 2012)
- 제조업자는 수요와 공급의 불확실성으로 인해 고객의 수요를 100 % 만족시킬 수 없으며 이로 인해 손실비용이 발생한다.

결론 및 향후 연구

- 기존의 Robust Supply Chain 설계에 관한 연구는 공급사슬의 수요 불확실성에 초점을 맞춘 연구가 주를 이룸.
- 공급사슬에서 수요 변동에 따른 불확실성과 함께 공급에서 발생하는 주문 리드타임의 지연, 공급량의 부족과 같은 공급 불확실성을 고려한 공급사슬의 수리적 모형 개발이 필요.
- 공급사슬의 Robustness를 최적화할 수 있는 시설 입지와 운송량을 결정함으로써 기업의 이윤을 높이고, 공급사슬 붕괴 위험을 줄일 수 있는 방법의 고찰.

References

- B. E. Asbjørnslett, M. Rausand, "Assess the vulnerability of your production system", *Production Planning & Control*, (1999), vol. 10, No. 3, pp.219~229.
- J. Mo, T.P. Harrison, "A conceptual framework for robust supply chain design under demand uncertainty In Geunes", J., Pardalos, P. M. (Eds.), *Supply Chain Optimization*, (2005), vol. 98, pp.243~264.
- M. Bundschuh, D. Klabjan, D. L. Thurston, "Modeling Robust and Reliable Supply Chains", Working Paper, (2006), University of Illinois at Urbana-Champaign.
- J. V. Vlajic, J.G.A.J. van der Vorst, R. Haijema, "A framework for designing robust food supply chains", *International Journal of Production Economics*, (2011), (online published/ doi:10.1016/j.ijpe.2011.11026).
- C. S. Tang, "Robust strategies for mitigating supply chain disruptions", *International Journal of Logistics*, (2006), vol. 9, No. 1, pp. 33~45.
- W. Klibi, A. Martel, A. Guitouni, "The design of robust value-creating supply chain networks: A critical review", *European Journal of Operational Research*, (2009), (online published/ doi:10.1016/j.ejor.2009.06.011).
- A. Azaron, K. Furmans, M. Modarres, "Interactive Multi-Objective Stochastic Programming Approaches for Designing Robust Supply Chain Networks", *Operations Research*, (2009), (online published/ doi:10.1007/978-3-642-00142-0_28).
- C. Wei, Y. Li, X. Cai, "Robust optimal policies of production and inventory with uncertain returns and demand", *International Journal of Production Economics Forthcoming*, (2009), (online published/ doi: 10.1016/j.ijpe.2009.11.008).
- J. W. Xu, Y. L. Zhu, B. Jiang, Z. P. Wang, "Robust operation strategy design for an electronic market enabled supply chain with uncertain variable costs", *Proceedings of 2009 International Conference on Management of e-Commerce and e-Government*, (2009), 359~362.
- A. Shukla, V. A. Lalit, V. Venkatasubramanian, "Optimizing efficiency-robustness trade-offs in supply chain design under uncertainty due to disruptions", *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, (2011), vol. 41, No. 6, pp. 623~646.
- Snyder, L.V. and Daskin, M.S. (2005), "Reliability models for facility location: the expected failure cost case", *Transportation Science*, Vol. 39, pp. 400-16.